

日本特許庁 23.08.00
 PATENT OFFICE
 JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
 Date of Application:

1999年 8月27日

REC'D 13 OCT 2000

出願番号
 Application Number:

平成11年特許願第241427号

WIPO

PCT

出願人
 Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

JP00/05624

JKU

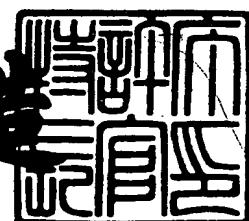
**PRIORITY
 DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
 COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 9月29日

特許庁長官
 Commissioner,
 Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3078662

【書類名】 特許願
【整理番号】 TYL99017
【提出日】 平成11年 8月27日
【あて先】 特許庁長官 伊佐山 建志 殿
【国際特許分類】 H01L 21/00
【発明者】
【住所又は居所】 東京都府中市住吉町2丁目30番地の7 東京エレクトロン山梨株式会社内
【氏名】 萩原 正明
【発明者】
【住所又は居所】 東京都府中市住吉町2丁目30番地の7 東京エレクトロン山梨株式会社内
【氏名】 稲沢 剛一郎
【発明者】
【住所又は居所】 山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1 東京エレクトロン山梨株式会社内
【氏名】 内藤 和香子
【特許出願人】
【識別番号】 000219967
【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社
【代理人】
【識別番号】 100095957
【弁理士】
【氏名又は名称】 亀谷 美明
【電話番号】 03-3226-6631
【選任した代理人】
【識別番号】 100096389
【弁理士】
【氏名又は名称】 金本 哲男

【電話番号】 03-3226-6631

【選任した代理人】

【識別番号】 100101557

【弁理士】

【氏名又は名称】 萩原 康司

【電話番号】 03-3226-6631

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 040224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 エッチング方法およびプラズマ処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理室内に導入された処理ガスをプラズマ化し、前記処理室内に配された被処理体に形成されたCu層上のSiN_x層をエッチングするエッチング方法において、

前記処理ガスは、CとHとFから構成されるガスと、O₂とを含むことを特徴とする、エッチング方法。

【請求項2】 前記CとHとFから構成されるガスは、CH₂F₂であることを特徴とする、請求項1に記載のエッチング方法。

【請求項3】 前記CとHとFから構成されるガスは、CH₃Fであることを特徴とする、請求項1に記載のエッチング方法。

【請求項4】 前記CとHとFから構成されるガスは、CHF₃であることを特徴とする、請求項1に記載のエッチング方法。

【請求項5】 前記処理ガスには、不活性ガスが添加されることを特徴とする、請求項1、2、3または4のいずれかに記載のエッチング方法。

【請求項6】 前記請求項1、2、3、4、5または6のいずれかに記載のエッチング方法により、所定のパターンが形成されたフォトレジスト層を用いて前記SiN_x層をエッチングする工程と；

前記エッチング工程の後に、前記フォトレジスト層をアッシングする工程と；

前記アッシング工程の後に、前記処理室内にH₂を導入し、前記H₂をプラズマ化して、露出した前記Cu層にプラズマ処理を施す工程と；

を含むことを特徴とする、プラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、エッチング方法およびプラズマ処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

最近、半導体装置の超高集積化傾向に伴い、金属配線のデザインルールの超微細化が技術的要件の一つに挙げられている。しかし、従来のAlやAl合金などのAl系配線では、配線の微細化に伴って電気抵抗値が無視できなくなり、半導体装置の動作速度を低下させる配線遅延が生じ易くなる。そこで、最近、配線材料として、Alよりも電気抵抗値が小さいCuを採用する技術が提案されている。ただし、Cuは、Alよりも酸化し易い性質を有している。このため、半導体製造工程では、Cu配線層を非O₂含有材料層、例えばSiN_x層で覆い、Cu配線層がO₂に曝されて酸化することを防止する試みがなされている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、多層配線構造の半導体装置などで、Cu配線と他の配線を接続する場合には、SiN_x層をエッティングし、SiN_x層にCu配線層が露出する接続孔、例えばピアホールを形成する必要がある。しかしながら、SiN_x層をエッティングするプラズマエッティング処理では、一般的にO₂を含有したCF（フルオロカーボン）系の処理ガスが使用されている。このため、エッティング処理時に、露出したCu配線層の表面がO₂によって酸化されたり、あるいは酸化化合物がCu配線層に形成される。その結果、上記反応生成物により、Cu配線と他の配線との接続部の電気抵抗値が大きくなり、半導体装置のデバイス特性が悪くなるという問題点がある。

【0004】

本発明は、従来の技術が有する上記問題点に鑑みて成されたものであり、本発明の目的は、上記問題点およびその他の問題点を解決することが可能な、新規かつ改良されたエッティング方法およびプラズマ処理方法を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の第1の観点によれば、請求項1に記載の発明のように、処理室内に導入された処理ガスをプラズマ化し、処理室内に配された被処理体に形成されたCu層上のSiN_x層をエッティングするエッティング方法において、処理ガスは、CとHとFから構成されるガスと、O₂とを含むこと

を特徴とするエッティング方法が提供される。

【0006】

本発明にかかるCとHとFから構成されるガスを用いてエッティングを行えば、Cu層の露出面が酸化し難くなる。また、該効果は、O₂の有無に関わらず、維持される。このため、Cu層の露出面に、例えば配線を接続する場合でも、接続部の電気抵抗値が大きくなることがない。また、CとHとFから構成されるガスにO₂を添加すると、逆にCu層の酸化をさらに抑制できる。

【0007】

また、CとHとFから構成されるガスとして、例えば請求項2に記載の発明のようにCH₂F₂を採用したり、例えば請求項3に記載の発明のようにCH₃Fを採用したり、例えば請求項4に記載の発明のようにCHF₃を採用することが好ましい。

【0008】

また、処理ガスに、例えば請求項5に記載の発明のように、不活性ガスを添加することが好ましい。かかる不活性ガスを処理ガスに添加すれば、処理室内に導入する処理ガス導入量を所定量に維持しながら、CとHとFから構成されるガスとO₂の含有量をプロセスに応じて適宜変更できる。

【0009】

また、本発明の第2の観点によれば、請求項6に記載の発明のように、請求項1、2、3、4、5または6のいずれかに記載のエッティング方法により、所定のパターンが形成されたフォトレジスト層を用いてSiN_x層をエッティングする工程と、エッティング工程の後にフォトレジスト層をアッシングする工程と、アッシング工程の後に処理室内にH₂を導入し、H₂をプラズマ化して、露出したCu層にプラズマ処理を施す工程と、を含むことを特徴とするプラズマ処理方法が提供される。

【0010】

Cu層の露出面の酸化は、請求項1、2、3、4、5または6のいずれかに記載のエッティング方法によってエッティング処理を行っても、完全に防止することは困難である。さらに、Cu層の露出面は、アッシング時にも酸化される場合があ

る。また、エッティング処理時の処理ガスに、C F系ガスを使用すると、Cu層の露出面にC（炭素原子）やF（フッ素原子）が打ち込まれることがある。そこで、本願発明のように、エッティング処理およびアッシング処理後に、H₂プラズマにより、Cu層の表面処理を行えば、酸化されたCuを還元でき、さらにCやFも除去できる。その結果、Cu配線と他の配線との接続部での電気抵抗値の上昇を、さらに抑制することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下に、添付図面を参照しながら本発明にかかるエッティング方法およびプラズマ処理方法の好適な実施の一形態について、詳細に説明する。

【0012】

(1) エッティング方法

はじめに、本実施の形態のエッティング方法について説明する。

(a) エッティング装置の全体構成

まず、図1を参照しながら、本実施の形態にかかるエッティング方法を適用可能なプラズマ処理装置100について概略する。処理室102は、気密な処理容器104内に形成されている。処理容器104の周囲には、磁石106が配置され、処理室102内に回転磁界を形成できる。また、処理室102内には、被処理体、例えば半導体ウェハ（以下、「ウェハ」と称する。）Wを載置可能な下部電極108が配置されている。また、処理室102内には、下部電極108の載置面と対向して上部電極110が配置されている。

【0013】

上部電極110には、多数のガス吐出孔110aが形成されている。ガス吐出孔110aには、第1～第3開閉バルブ112、114、116と、第1～第3流量調整バルブ118、120、122とを介して、第1～第3ガス供給源124、126、128が接続されている。第1～第3ガス供給源124、126、128には、本実施の形態にかかる処理ガスを構成するCH₂F₂とO₂とArが各々蓄えられている。かかる構成により、処理室102内には、ガス吐出孔110aを介して、各々所定流量のCH₂F₂とO₂とArから成る処理ガスが導

入される。なお、上記処理ガスを用いたエッティング処理については、後述する。

【0014】

また、処理室102内に導入された処理ガスは、高周波電源130から出力された高周波電力を整合器132を介して下部電極108に印加するとプラズマ化される。また、処理室102内のガスは、下部電極108の周囲に設けられたバッフル板134と、排気管136を介して排気される。なお、プラズマ処理装置100は、エッティング処理だけではなく、後述するアッシング処理およびCu層204の表面処理も行うことが可能に構成されている。

【0015】

(b) エッティング処理

次に、図1および図2を参照しながら、本実施の形態にかかる処理ガスを用いてウェハWにエッティング処理を行う場合について詳述する。なお、図2(a)は、 SiN_x 層206をエッティングする前のウェハWを示す概略的な断面図である。また、図2(b)は、 SiN_x 層206をエッティングした後のウェハWを示す概略的な断面図である。

【0016】

処理を施すウェハWには、例えば図2(a)に示すように、第1 SiO_2 層200にバリアメタル層としてのTaN層202を介してCu層(Cu配線層)204が形成されている。また、Cu層204上には、本実施の形態によりエッティング処理を施す SiN_x 層206が形成され、Cu層204の酸化を防いでいる。また、 SiN_x 層206上には、層間絶縁膜としての第2 SiO_2 層208と、所定のパターンが形成されたフォトレジスト層210が順次積層されている。

【0017】

図2(a)に示すように、所定のエッティング処理により、第2 SiO_2 層208に SiN_x 層206まで達するピアホール212を形成した後、本実施の形態にかかるエッティング処理を行う。すなわち、まず処理室102内に導入する処理ガスを、第2 SiO_2 層208をエッティングした処理ガスから、本実施の形態の特徴である CH_2F_2 と O_2 とArから成る処理ガスに切り替える。この際、 CH_2F_2 と O_2 とArの流量比($\text{CH}_2\text{F}_2/\text{O}_2/\text{Ar}$)は、それぞれ例えば

10 sccm~30 sccm/10 sccm~30 sccm/100 sccm~200 sccmに設定する。また、処理室102内の圧力は、例えば30 mTorr~100 mTorrに設定する。その後、下部電極108に、例えば13.56 MHzで300 W~1000 Wの高周波電力を印加する。

【0018】

かかる高周波電力の印加により、処理ガスが解離してプラズマが生成される。その結果、図2 (b) に示すように、上記プラズマにより SiN_x 層206がエッティングされ、底部に Cu 層204の上面が露出するピアホール212が形成される。この際、 Cu 層204の表面は、 CH_2F_2 と O_2 と Ar から成る処理ガスで SiN_x 層206をエッティングしたので、後述の実施例で説明するように、ほとんど酸化することがない。

【0019】

(c) 実施例

次に、図3および図4を参照しながら、本実施の形態の実施例について説明する。なお、図3 (a), (b) および図4 (a), (b) は、それぞれ Cu 層204表面からの深さと、該深さでの Cu 層204中に含まれる元素の含有量との関係を示す概略的な説明図である。また、 Cu 層204は、 Cu 層204の露出面に所定圧力の Ar を吹き付けて徐々に削った。

【0020】

本実施例は、上述したプラズマ処理装置100を用いて、図2 (a) に示すウエハWの SiN_x 層206にエッティング処理したものである。処理ガスの流量比は、 $\text{CH}_2\text{F}_2/\text{O}_2/\text{Ar} = 20 \text{ sccm}/10 \text{ sccm}/100 \text{ sccm}$ に設定した。また、処理室102内の圧力は、50 mTorrに設定した。また、下部電極108には、13.56 MHzで500 Wの高周波電力を印加した。かかる条件でエッティング処理を行ったところ、図3 (a) に示す結果を得た。図3 (a) に示すように、 CH_2F_2 と O_2 と Ar から成る処理ガスを使用した場合には、 Cu 層204がほとんど酸化せず、またCやFもほとんど打ち込まれなかった。従って、上記処理ガスは、 Cu 層204の損傷防止に有効であることがわかる。

【0021】

次に、上記実施例の比較例として、 CF_4 とArから成る処理ガスを用いてエッチング処理を行ったところ、図3 (b) に示す結果を得た。なお、 CF_4 とArから成る処理ガスは、一般的に SiO_2 層208や SiN_x 層206のエッチング処理に用いられるガスである。また、処理ガスの流量比は、 $CF_4/Ar = 20\text{ sccm}/100\text{ sccm}$ に設定した。その他の処理条件は、上記と同様である。図3 (b) に示すように、 CF_4 とArから成る処理ガスを使用した場合には、上述した CH_2F_2 と O_2 とArから成る処理ガスを使用した場合よりも、より深い所までCu層204が酸化し、CやFが打ち込まれた。このため、 CF_4 とArから成る処理ガスでは、Cu層204に損傷を与え易いことがわかる。

【0022】

また、処理ガスに含まれる O_2 の影響について調べるために、 O_2 に代えて N_2 を添加した CH_2F_2 と N_2 とArから成る処理ガスを用いてエッチング処理を行ったところ、図4 (a) に示す結果を得た。なお、処理ガスの流量比は、 CH_2F_2 と O_2 とArから成る処理ガスと同様に、 $CH_2F_2/N_2/Ar = 20\text{ sccm}/10\text{ sccm}/100\text{ sccm}$ に設定した。その他の処理条件は、上記と同様である。図4 (a) に示すように、 CH_2F_2 と N_2 とArから成る処理ガスを使用した場合には、上記 CH_2F_2 と O_2 とArから成る処理ガスや、 CF_4 とArから成る処理ガスを使用した場合よりも、さらに深いところまでCu層204が酸化し、CやFが打ち込まれた。このため、 CH_2F_2 と O_2 とArから成る処理ガスに O_2 が含まれていても、Cu層204に影響を与えず、逆にCu層204層の保護に有効であることがわかる。

【0023】

なお、エッチング処理をせず、大気中に曝したCu層204に対して上記と同様の測定を行ったところ、図4 (b) に示す結果を得た。

【0024】

以上のように、 CH_2F_2 と O_2 とArから成る処理ガスから生成されたプラズマにより、Cu層204を被覆する SiN_x 層206をエッチングすれば、露

出したCu層204の酸化が抑制され、CH₂F₂の構成元素であるCやFがCu層204に打ち込まれることを軽減できる。その結果、Cu層204の露出面に他の配線を接続しても、接続部の電気抵抗値が大きくならない。

【0025】

(2) アッシング方法

次に、ウェハWに形成されているフォトレジスト層210のアッシング方法について説明する。半導体装置の製造工程では、通常、エッチング処理の後にアッシング処理を行い、エッチングマスクとしてのフォトレジスト層210を除去している。ただし、従来のアッシング方法では、エッチング処理時には酸化していなかったCu層204が酸化される恐れがある。そこで、Cu層204を有するウェハWに対しては、以下の方法によりアッシング処理を施すことが好ましい。

【0026】

すなわち、上述したエッチング処理後、ウェハWを下部電極108上に載置したままで、ウェハWの温度を100°C以下、好ましくは40°Cに維持する。ウェハWの温度調整は、下部電極108に内装された不図示の温度調整機構により行う。また、処理室102内には、例えばO₂から成る処理ガスを、例えば200 sccmの流量で導入する。その後、下部電極108に、例えば13.56MHzで1000Wの高周波電力を印加する。該電力の印加により、処理ガスがプラズマ化して図2 (b) に示すウェハWのフォトレジスト層210が除去される。

【0027】

かかる処理によれば、ウェハWを100°C以下の温度に維持しながら、アッシング処理を行うので、Cu層204の酸化を抑制できる。このため、Cu層204を、アッシング処理後でも、エッチング処理後と実質的に同一の状態に維持することができる。

【0028】

(3) Cu層の表面処理方法

次に、Cu層204の表面処理方法について説明する。Cu層204の酸化、およびCやFの混入は、上述したエッチング方法およびアッシング方法により処理を行っても、完全に防止することは困難である。そこで、Cu層204に対し

、以下の表面処理を行うことが好ましい。

【0029】

すなわち、上述したエッティング処理およびアッシング処理後、ウェハWを処理室102内に配置したままで、処理室102内に導入する処理ガスをH₂に切り替える。H₂の流量は、例えば200 sccmに設定する。また、処理室102内の圧力は、例えば50 mTorrに設定する。その後、下部電極108に、例えば13.56 MHzで1000 Wの高周波電力を印加し、処理室102内にH₂プラズマを生成する。該H₂プラズマにより、Cu層204の酸化されていたCuが還元される。同時に、Cu層204にイオン衝撃が加えられるので、エッティング処理時にCu層204に打ち込まれたCやFも除去される。その結果、O(酸素原子)やCやFが存在しないCu層204を形成することができる。

【0030】

また、H₂プラズマ処理前と処理後のCu層204について、上述したエッティング方法の実施例で説明した測定法で、Cu層204表面からの深さと、該深さでのCu層204中に含まれるOとCとFの含有量との関係を調べた。その結果、Cu層204の表面から30 ÅまでのOとCとFとの割合は、処理前よりも処理後の方がかなり減少していた。

【0031】

また、上記方法によれば、エッティング処理およびアッシング処理を行うプラズマ処理装置100で、Cu層204の表面処理を行うことができる。このため、Cu層204の表面処理を、他の処理装置で行う必要がない。その結果、プラズマ処理装置100での連続処理が可能となり、スループットの向上および低コスト化を図ることができる。

【0032】

以上、本発明の好適な実施の一形態について、添付図面を参照しながら説明したが、本発明はかかる構成に限定されるものではない。特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例および修正例に想到し得るものであり、それら変更例および修正例についても本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0033】

例えば、上記実施の形態において、エッティング処理ガスの構成ガスに CH_2F_2 を使用する構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されず、 CH_2F_2 に代えて、 CH_2F_2 や CH_3F や CHF_3 を使用しても上述した作用効果を奏すことができる。

【0034】

また、上記実施の形態において、エッティング処理ガスに Ar を添加する構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されず、 Ar に代えて、 He などの不活性ガスを使用したり、あるいは不活性ガスを添加しなくても本発明を実施することができる。

【0035】

また、上記実施の形態において、エッティング処理とアッシング処理と Cu 層の表面処理を同一のプラズマ処理装置で行う構成を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されず、上記各処理をそれぞれ他のプラズマ処理装置で行つても本発明を実施することができる。

【0036】

【発明の効果】

本発明によれば、 Cu 層への他の元素の混入を最小限に止めながら、 Cu 層上の SiN_x 層をエッティングすることができる。さらに、 H_2 を用いたプラズマ処理で、 Cu 層に存在する他の元素を除去することができる。その結果、 Cu 層の劣化を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明を適用可能なプラズマ処理装置を示す概略的な断面図である。

【図2】

本発明のエッティング方法により処理を施す前後のウェハを示す概略的な断面図である。

【図3】

本発明にかかるエッティング方法の実施例を説明するための概略的な説明図であ

る。

【図4】

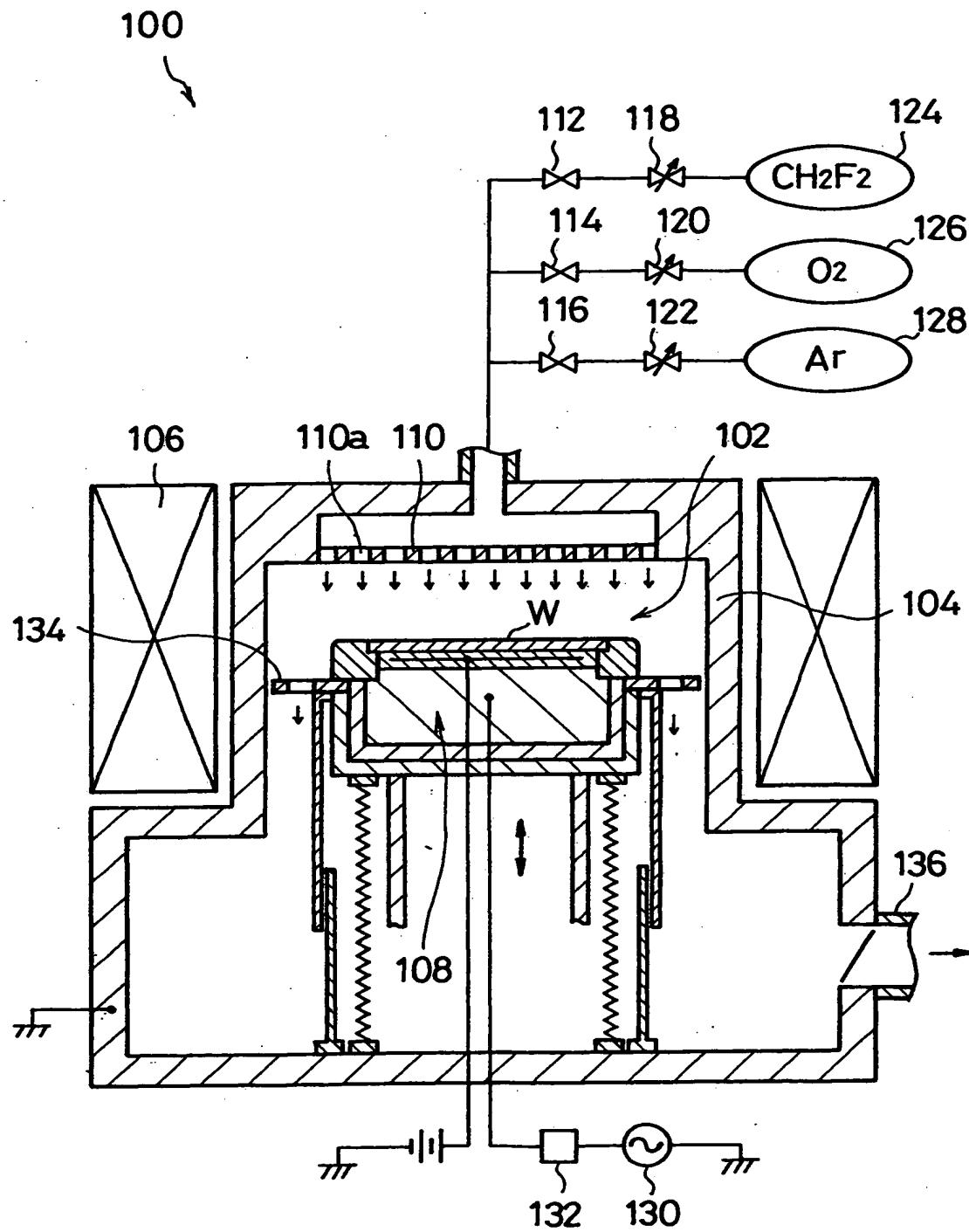
本発明にかかるエッティング方法の実施例を説明するための概略的な説明図である。

【符号の説明】

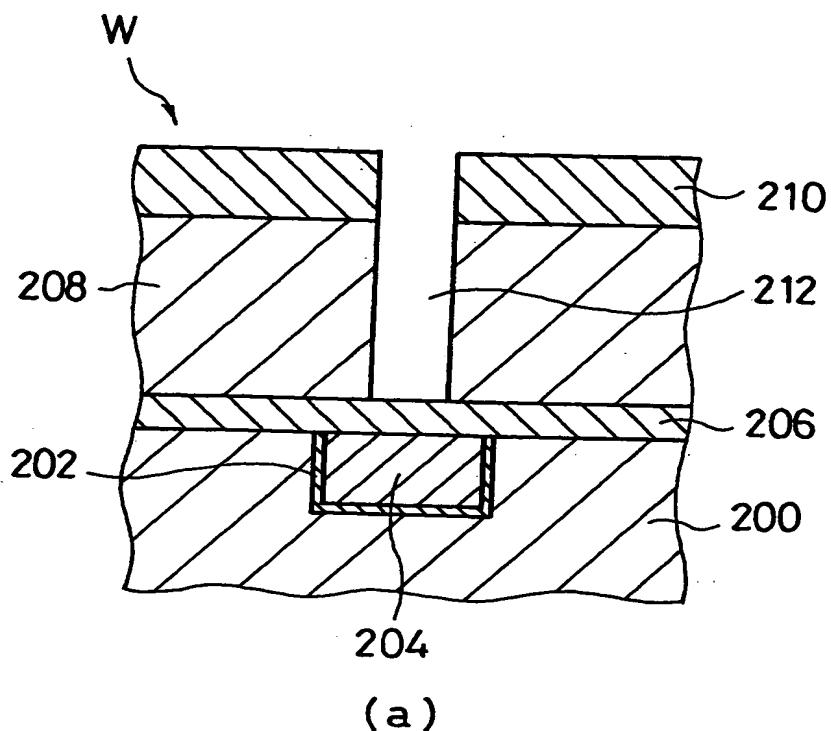
100	プラズマ処理装置
102	処理室
108	下部電極
110	上部電極
110a	ガス吐出孔
124, 126, 128	第1～第3ガス供給源
130	高周波電源
204	Cu層
206	SiN _x 層
W	ウェハ

【書類名】図面

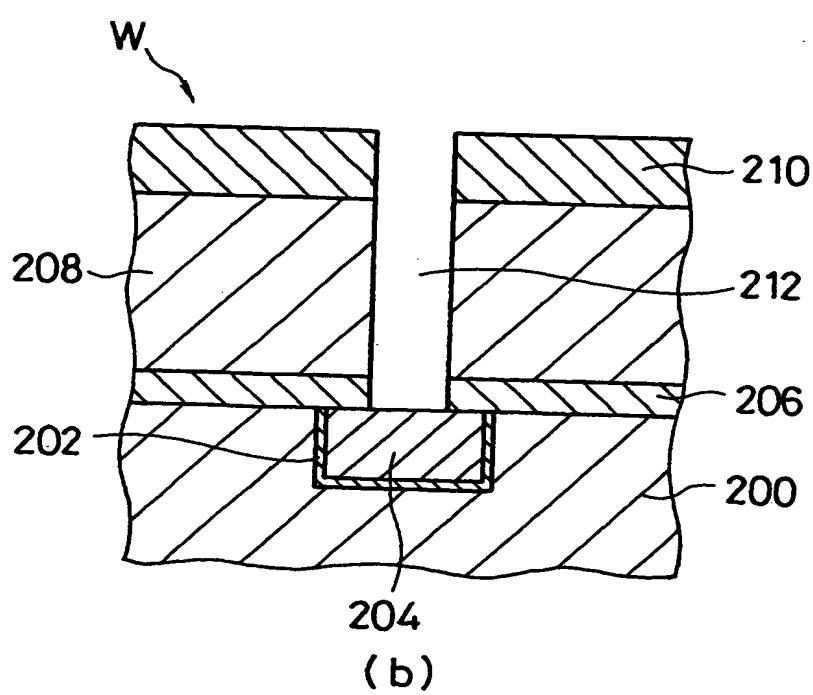
【図1】



【図2】



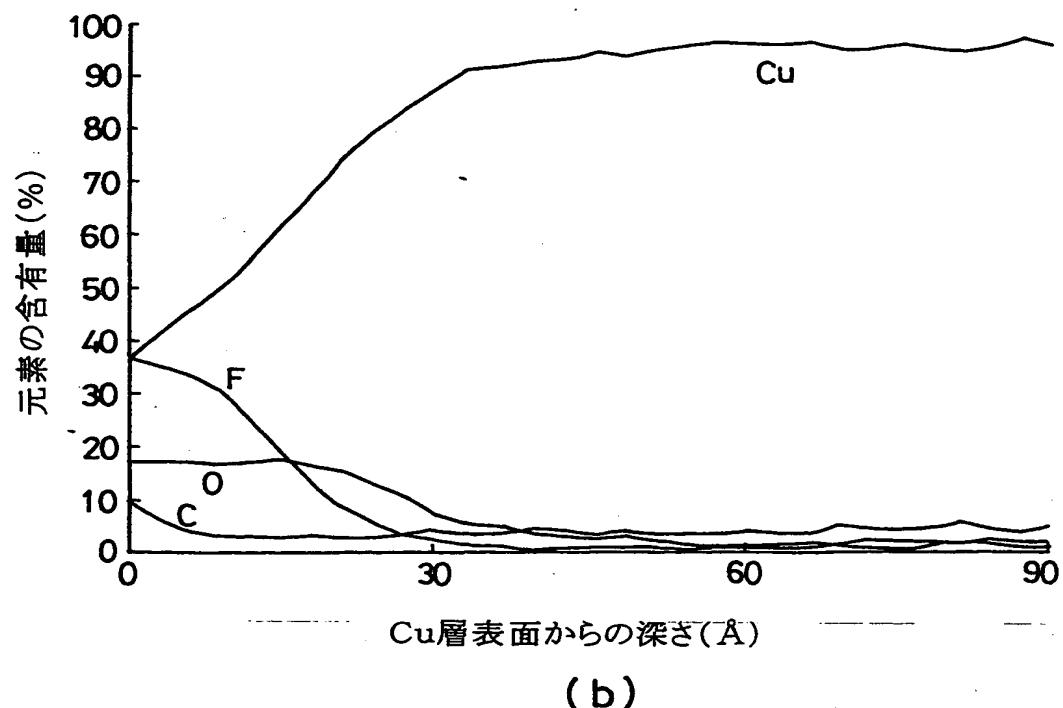
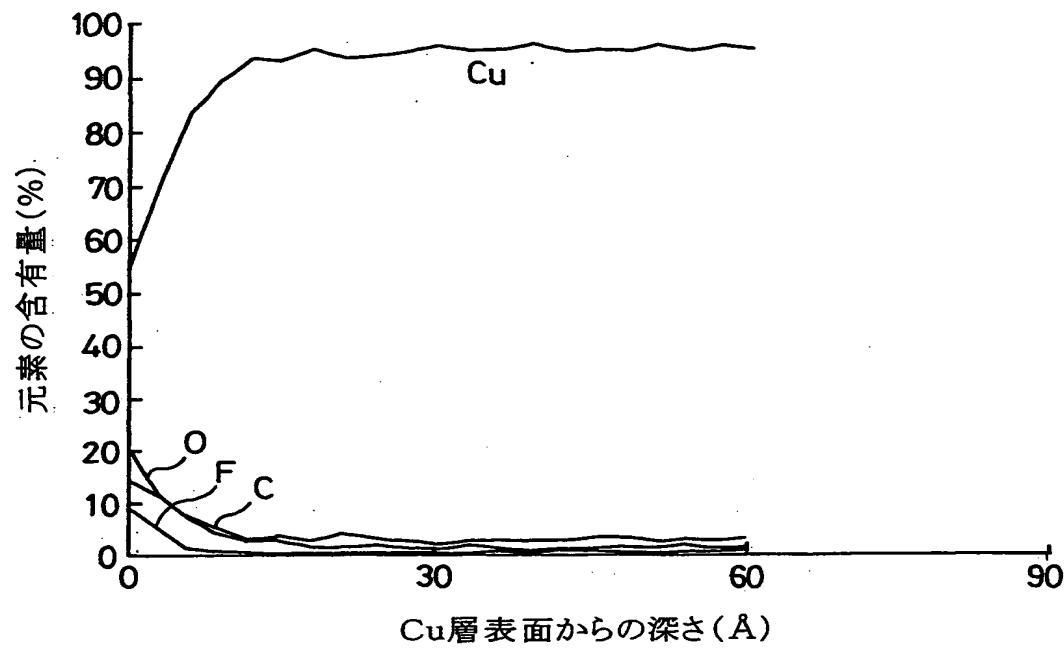
(a)



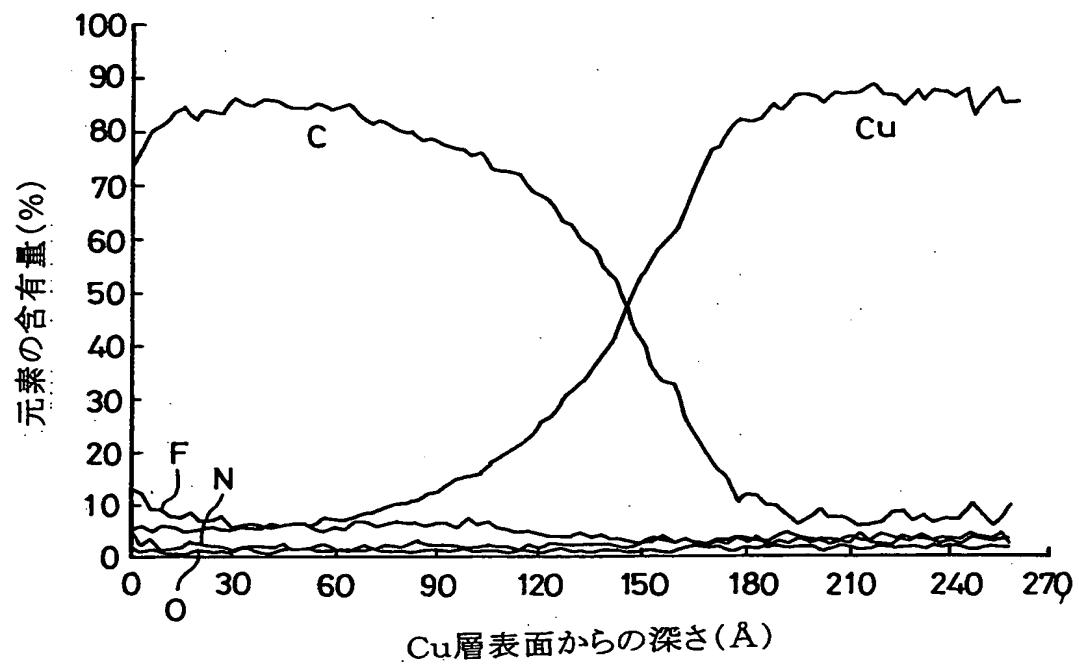
(b)

特平11-241427

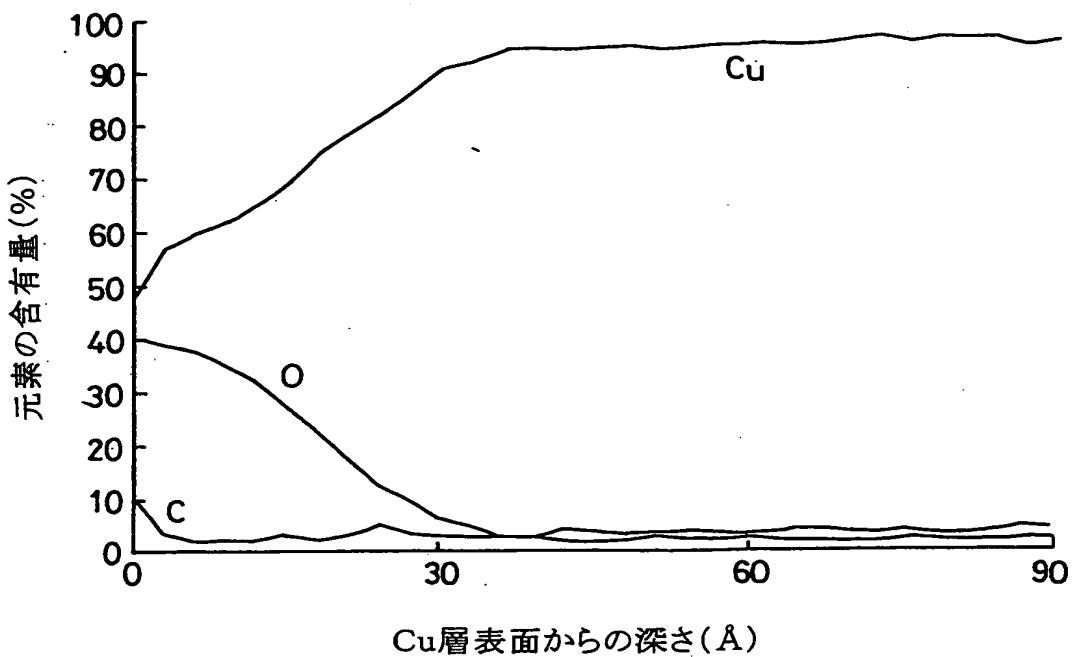
【図3】



【図4】



(a)



(b)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 Cu層が酸化され難いSiN_x層のエッティング方法を提供する。

【解決手段】 プラズマ処理装置100の処理室102内に、CH₂F₂とO₂とArから成る処理ガスを導入する。処理ガスの流量比は、CH₂F₂/O₂/Ar = 20 sccm/10 sccm/100 sccmに設定する。また、処理室102内の圧力は、50 mTorrに設定する。ウェハWが載置された下部電極108に、13.56 MHzで500 Wの高周波電力を印加する。処理ガスがプラズマ化され、Cu層204上に形成されたSiN_x層206がエッティングされる。露出したCu層204は、ほとんど酸化されず、またCやFが打ち込まれない。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名 東京エレクトロン株式会社

THIS PAGE BLANK (USPTO)